



# **VARAVOIMAA KOTITALOUKSILLE**

Jukka Karppinen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2011  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikan  
suuntautumisvaihtoehto  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

KARPPINEN, JUKKA: Varavoimaa kotitalouksille

Opinnäytetyö 27 s., liitteet 7 s.  
Huhtikuu 2011

---

Viime vuosina eriaistiset myrskyt ja kovat talvet ovat koetelleet Suomessa sähköjakelua, minkä takia useat tuhannet ihmiset ovat joutuneet olemaan ilman sähköä pahimmillaan useita päiviä. Tämä asettaa tarpeen varavoimajärjestelmille kotitalouksiin enenevässä määrin, kun nykyisin varavoimajärjestelmät ovat lähinnä vain sairaaloiden, teollisuuslaitosten, rakennustyömaiden ja maatalojen käytössä.

Työssä on selvitetty erilaisia varavoiman tuotantotapoja, sekä pohdittu niiden hyötyjä ja haittoja. Esimerkkikohteena työssä on käytetty 121,5 m<sup>2</sup> kokoista omakotitaloa, josta on vuosien mittaan ylläpidetty tilastoa sähkökulutuksesta. Kohteeseen mitoitettiin esimerkin omaisesti varavoimakone sekä varavoimakusto, jolla turvataan muun muassa varavoimakoneeseen mahdollisesti liitettävän automaatiojärjestelmän toiminta sähkökatkon aikana.

Suomessa varavoimajärjestelmiä on saatavilla eritasoisina kokonaisuuksina ja niille on tulevaisuudessa kasvava tarve eri kohteisiin. Uudisrakennuksiin olisi hyvä jo suunnitteluvaiheessa ottaa mukaan varavoiman mahdollisuus, jotta järjestelmä voitaisiin helpommin asentaa kohteeseen, jos sitä ei heti haluta sinne asentaa. Laitteita pitäisi myös tulevaisuudessa kehittää enemmän pelkästään kotitalouksien käyttöön. Järjestelmiä tulee myös kehittää niin jakeluverkon kuin kotitalouksien puolella, jotta huollon ja järjestelmien turvallisuus voidaan taata.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering  
Option of Electrical Power Engineering

KARPPINEN, JUKKA: Auxiliary power for households

Bachelor's thesis 27 pages, appendices 7 pages  
July 2011

---

In the past years storms of different magnitudes and very harsh winters have tested Finnish electric grids. Because of the very testing elements, thousands of people have lived without electricity many days in the worst cases. This causes a need for auxiliary power systems for households especially on outskirts of cities and on the countryside. These days auxiliary power is mainly designed for hospitals, industry, construction sites and farm industry which causes a need to develop the machinery.

Different ways of auxiliary power production has been studied in this thesis, as well contemplated the good and the bad sides of every production method. A detached house in size of 121,5 m<sup>2</sup> has been used as an example subject. Over the years data has been collected from the house involving power consumption. In this work an auxiliary system including a generator and a backup battery system has been designed to the example house

There are many different sizes of entireties of auxiliary systems for big uses and there is a need for new systems for smaller buildings. It would be good to integrate designing the auxiliary system for new houses in the houses entire design process because then a system can be installed in the house on a later stage if it isn't installed when building. The electrical grid systems should also be improved ensuring the safety of maintenance and system on the whole.

## SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä .....	2
Abstract.....	3
Sisällysluettelo .....	4
1 Johdanto .....	5
2 Varavoima Suomessa.....	6
3 Varavoimasta.....	8
3.1 Polttoainegeneraattori.....	8
3.2 Akustot.....	9
3.3 Luonnolliset generaattorit .....	10
4 Varavoima esimerkkikohteessa .....	13
4.1 Kohteen esittely .....	13
4.2 Suunnittelussa huomioitavia asioita.....	13
4.3 Mitoitus .....	14
4.3.1 Varavoimageneraattorin mitoitus .....	15
4.3.2 Generaattorin vaihtoehtoinen mitoitus .....	15
4.3.3 Varavoima-akuston mitoitus .....	16
5 Päätelmät.....	18
LÄHTEET .....	20
LIITTEET .....	21

## 1 JOHDANTO

Suomi on hankala maa sähköjakelun kannalta, koska täällä on paljon haja-asutus alueita. Luonnonvoimat vaikuttavat varsinkin niille alueille eniten sähköjakelun keskeytymisen kannalta. Monella haja-asutusalueella asuvalla ei kuitenkaan ole vaihtoehtoista sähköntuotantoa tai hyvin alkeellinen aggregaatti.

Viime vuosina luonnon aiheuttamien pitkien sähkökatkojen määrä on lisääntynyt kun samalla suoran sähkölämmityksen määrä on myös kasvanut huomattavasti. Erinomaisina esimerkkeinä voidaan käyttää vuoden 2010 kesän Asta-myrskyä, jonka jälkeen arvioitiin ilman sähköä olevan jopa 40 000 taloutta Itä-Suomen alueella ja 23 000 taloutta Etelä-Savossa, ja vuosien 2010 – 2011 välinen talvi, jolloin jo Pirkanmaalla ja Hämeessä asti oli tuhansia kotitalouksia ilman sähköä suurten lumikuormien takia.

Työssä tutkitaan varavoimaa kotitalouksille ja käsitellään erilaisia vaihtoehtoja, joilla varavoimaa voidaan tuottaa. Työssä käytetään esimerkkinä Älvsbytalons 121,5 m<sup>2</sup> kokoista Kalevatar -taloa. Työssä esitetään yksi ratkaisu varavoiman tuottoon, mutta ei kuitenkaan anna valmista mallia, kuinka varavoimantuotanto tulisi mitoittaa ja rakentaa.

## 2 VARAVOIMA SUOMESSA

Suomessa varavoimaa löytää lähinnä vain teollisuuslaitoksista ja sairaaloista. Niissä käytettävät ratkaisut eivät kuitenkaan ole soveltamiskelpoisia kotitalouksiin, koska niissä on ajateltu kriittisten järjestelmien suojausta ja katkotonta työtä. Laitosympäristössä varavoimalaitteet on yleensä myös varmennettu eripuolilla rakennusta sijaitsevalla toisella vastaavalla laitteistolla, jolloin toimintavarmuus voidaan taata lähes kaikissa tilanteissa. Varmennuksen sijainti eri paikassa päävaravoimajärjestelmästä on hyvin perusteltavissa vuonna 2011 tapahtuneen Japanissa tuhoa aiheuttaneen tsunamin ongelmista, joista yksi pahimmista oli Fukushima ydinvoimalan jäähdytysjärjestelmien pettäminen. Yhtenä suurena syynä jäähdytyksen pettämiseen oli huonosti suunniteltu varavoimajärjestely, koska vaikka reaktoreilla jokaisella oli kaksi dieselkäyttöistä varavoimageneraattoria, sijaitsivat ne samassa paikassa, jolloin tsunamiaallon tullessa molemmat koneet joutuivat veden varaan, minkä jälkeen kaikki olivat toimintakyvyttömiä.

Kotitalouksissa varavoiman tarpeeseen on herätty kunnolla vasta lähivuosina kovien myrskyjen ja talvien aiheuttamien pitkien sähkökatkosten seurauksena. Pitkät sähkökatkot sijoittuvat pääasiallisesti maaseudulle, mutta on vain ajan kysymys, milloin taajamissa ja omakotialueilla alkaa olemaan samanlaisia ongelmia. Maaseudulla monilla maatiloilla on jo pitkään ollut käytössä varavoimageneraattoreita, koska niillä pitää turvata karjan hyvät olot sähkökatkojenkin aikana. Lähialueilla olevilla mökeillä ja normaaliasumuksilla ei kuitenkaan ole ollut sellaista tarvetta, minkä takia moni talous olikin pitkään vaihtoehtoisten lämmitys- ja ruoanlaittomuotojen sekä peseytymismahdollisuuksien armoilla.

Kiinnostuksen varavoimaan on voinut huomata myös ST-kortistojen tekijöiden ja energiamarkkinaviraston taholta, koska on alettu tutkimaan kuinka sähköverkot ja niissä huoltotöitä tekevät ihmiset saadaan suojattua kotitalouksiin kytketyiltä vaihtoehtoislta energian tuottamisen muodoilta. Suurin ongelma tuntuu syntyneen niin sanotun takajännitteen torjumisesta, koska mikä tahansa

varavoimaa hyödyntävä kotitalous voi syöttää katkennutta verkkoa, ellei verkkoa suojata tällaisilta mahdollisuuksilta. Materiaalia varavoimasta kotitalouksiin on kuitenkin vielä hyvin vähän. Asiaa ei ole tutkittu, eikä sitä myöskään markkinoida aktiivisesti haja-asutus alueilla ja taajaman ulkopuolella asuville, joilla on huomattavasti suurempi riski kärsiä pitkästä sähkökatkosta kuin kaupungeissa tai niiden välittömässä läheisyydessä asuvilla, jotka on yleensä liitetty rengasverkkoon.

Laitteiden maahantuonnissa, rakennuksessa ja myynnissä keskitytään selvästi maatalouteen ja rakennusteollisuuteen. Keskittymisestä edellä mainittuihin aloihin ilmenee valikoimista ja mainostuksesta, joka keskittyy lähinnä yritysten houkutteluun.

### 3 VARAVOIMASTA

Suomen pelastusalan keskusjärjestö kehottaa talouksia varautumaan pitkiin sähkökatkoihin vaihtoehtoisella lämmitysmenetelmällä sähkölämmitykselle ja samalla varautua kynttilöillä. Vaihtoehtoinen lämmitys voidaan toteuttaa takan tai muun tulipesän avulla, mutta varavoima on yksi vaihtoehto lämmityksen ja valaisun hoitoon. Joissain tapauksissa varavoimaa voidaan käyttää myös lisäenergian tuottamiseen ja mahdollisesti joskus normaalitilanteessa hetkelliseen täyteen riippumattomuuteen sähköverkosta.

Markkinoilla on erilaisia mahdollisuuksia tuottaa varavoimaa talouteen kuin talouteen, mutta mikä niistä on paras milloinkin. Seuraavassa on eritelty muutamia vaihtoehtoja varavoiman toteutukseen ja pohditaan menetelmien hyviä ja huonoja puolia.

#### 3.1 Polttoainegeneraattori

Jos ihmisiltä kysytään mitä tulee mieleen, jos tarvitsee tuottaa sähköä kotona sähkökatkon aikana, useimmalle tulee varmasti mieleen aggregaatti. Se on yleisin käytössä oleva varavoimakone, koska sen voi kuka tahansa hankkia pienellä vaivalla lähimmästä rautakaupasta. Huonona puolena siinä on, ettei aggregaatti pysty tuottamaan läheskään aina tarvittavaa energiaa esimerkiksi kovina pakkasaikoina lämmityksen ylläpitämiseen. Aggregaatti on muutenkin tarkoitettu lähinnä työmaakäyttöön työkoneille, jolloin niissä ei ole tarvittavia keinoja virran ja jännitteen tasoittamiseen ja tarpeelliseen kosketussuojauksen takaamiseen vikatilanteessa.

Polttoainegeneraattoreita on pääasiassa kolmea eri tyyppiä, bensiini- tai dieselkäyttöiset mallit sekä traktorigeneraattorit. Bensiini- tai dieselkäyttöiset mallit ovat toimivimpia ratkaisuja kotitalouksissa, koska yleensä ainoastaan maataloilla on traktori käytössä. Toimintakoordinaationa bensiini ja diesel malleissa ovat generaattori ja niitä pyörittävä voimakone ja



traktorigeneraattorissa voimakoneena toimii traktorin moottori työkoneliitännän välityksellä.

Yleisimmin bensiinigeneraattori on jo aiemmin mainittu aggregaatti, koska ne ovat hyvin pienitehoisia ja käyttävät silloin myös vähän polttoainetta. Kun siirrytään todellisiin varavoimageneraattoreihin, voimakoneena on teknis-taloudellisempaa pitää dieselkonetta, koska niissä yhdistyy pienempi kulutus korkeampaan vääntömomenttiin ja käyntivakauteen. Näin voidaan toteuttaa isompitehoinen generaattori pienemmillä kustannuksilla ja mahdollisesti jopa pienemmällä voimakoneella, kuin mitä bensiinikoneella olisi mahdollista.

Varavoimakonetta olisi hyvä käyttää ja testata joka viikko, mutta joka toinen viikko laitteet täytyy testata. Laitteiston testauksella varmistetaan koneen toimintakyky sähkökatkon sattuessa. Testaus on hoidettava säännöllisesti, joten on hyvä jos sen hoitaa automaatiojärjestelmä halutulla aikavälillä sekä haluttuun aikaan. Tällä voidaan edelleen varmemmin varmistaa laitteen toimintakyky, sekä mahdollisesti kiinteistön muun varavoimajärjestelmän toimivuus. Näin voidaan varmistua vähällä vaivalla onko kaikki laitteistossa kunnossa. Automaatiolla voidaan testaus ajoittaa myös sellaiseen ajankohtaan, jolloin siitä on vähiten haittaa ympäristölle esimerkiksi melun muodossa.

### 3.2 Akustot

Akustot ovat toinen yleistynä varavoiman saamisen mahdollistama keino. Akuissa tärkeimpänä seikkana sähkönsyötön kannalta on, että niillä pystytään takaamaan katkeamaton virransyöttö laitteille, jotka sellaista tarvitsevat. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi tietokoneet ja kriittiset järjestelmät, kuten esimerkiksi sairaaloissa hengityskoneet ja muut elämää ylläpitävät laitteet. Akustolla pystytään myös tasoittamaan virran vikatilanteen ja normaalitilanteeseen siirtymisen aiheuttamat virta- ja jännitepiikit, jolloin ne toimivat myös suojalaitteina monille herkille laitteille. Virta- ja jännitepiikkien tasoitus onnistuu, jos akusto on niin sanotussa on line-tilassa. Tällöin sähkönsyöttö tulee aina akuston läpi. Vaihtoehto on line-syötölle on syötön rinnalle kytketty akusto. Tällöin normaalitilanteessa sähkönsyöttö tulee suoraan

verkosta ja samalla ladataan akkuja ja sähkönsyötön katketessa akkuja aletaan purkamaan käyttökohteeseen. Syötön siirtymisen vuoksi syntyy hyvin lyhyt katko sähkönjakeluun, minkä takia herkimmät laitteet saattavat jo sammua tai pahimmassa tapauksessa rikkoontua.

Huonoimpana puolena akuissa on, etteivät ne itse pysty tuottamaan energiaa, vaan niitä on ladattava. Jatkuvasta latauksesta syntyy myös toinen ongelma, akkujen säännöllinen purku. Nykyään käytössä olevat varavoimaan tarkoitetut akut ovat lyijyakkuja, minkä takia ne pitää aika ajoin purkaa, jotta niiden käyttöikä pysyisi mahdollisimman pitkänä. Nykyisissä järjestelmissä lataus ja purku on automatisoitu, jotta käyttäjän ei tarvitsisi huolehtia siitä. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin se, jos sähkökatkos tulee juuri automaattisen purkujakson aikana, jolloin pahimmassa tapauksessa akut ovat tyhjiä juuri kun niitä tarvittaisiin. Tämän takia akustot olisi hyvä rakentaa varmennetuksi järjestelmäksi, jolloin toinen akusto olisi täydessä latauksessa aina silloin kun toinen on purkujaksossa. Tällä pystytään varmistamaan katkeamaton sähkönsyöttö kriittisimmissäkin käytöissä.

Kotitalouksissa akustojen redundanttisuus ei kuitenkaan ole kovin teknis-taloudellista, koska kotiloissa ei yleensä ole mitään hirveän kriittisiä toimilaitteita. On line-syötössä olevan akuston käyttö voi kuitenkin osoittautua hyödylliseksi, koska pieniä sähkökatkoksia tapahtuu aina, jolloin akusto pystyisi poistamaan nämä pienet kiusantekijät. Tällaisesta järjestelmästä ei koituisi kohtuuttoman suuria lisäyksiä sähkölaskuunkaan, koska uusimpien akustojen hyötysuhde on noin 99 % luokkaa.

### 3.3 Luonnolliset generaattorit

Nykyään puhutaan enenevässä määrin vihreästä sähköstä, eli luonnon voimista tehdystä sähköstä. Tunnetuimmat laitteet tällä saralla ovat tuulivoima, aurinkovoima ja vesivoima. Kyseiset energiamuodot on myös mahdollista hyödyntää varavoiman tuotannossa, joskin kaikilla tietyin rajoituksin. Suomen olosuhteissa jokaisella edellä mainituista keinoista on paljon rajoittavia tekijöitä.

Tuulivoimala on erinomainen esimerkki kohtuuhintaisesta tavasta tuottaa itse lisää energiaa kotitalouteen. Tuulivoimalat ovatkin kovaa vauhtia yleistymässä Suomessa kotitalouksien läheisyydessä, kun tuotantoon on saatu kompaktimpia kokonaisratkaisuja, jotka eivät vaadi kohtuuttoman suuria investointeja sellaisen haluavalta. Jotkin valmistajat tarjoavat jo valmispaketteja, joihin kuuluu voimalan pystytys ja taloon liittämisestä koituvat sähkötyöt. Valinnanvaraakin on haluaako voimalan esimerkiksi suoraan verkkoon kytketyksi vai vain lämmitystarkoituksiin. Suurimpana heikkoutena tuulivoimassa on kuitenkin vallitsevat tuuliolot, jotka sisämaassa voivat olla hyvinkin heikot tai parhaimmillaan rannikolla todella hyvät. Nykyiset pientuulivoimalat on rakennettu kuitenkin niin että ne pystyvät hyödyntämään jo hyvinkin pieniä tuulenvoimakkuuksia, mutta esimerkiksi talvisin kovimpien pakkasten aikaan jolloin sähkökatkon sattuessa lämmitysenergiaa tarvittaisiin eniten, tuulet ovat yleisimmin tyyntyneet. Tuuliolosuhteiden oikullisuuden takia voidaan olettaa tuulivoimalan hyöty varavoiman tuotannossa suhteellisen pieneksi, noin 20 % tasolle. Parhaimmillaan tuulivoimalla voidaan kuitenkin saada esimerkiksi kesäisin sähkölaskuja pienennettyä huomattavasti, koska kesäisin tuuliolot varsinkin rannikoilla ovat yleensä kohtuulliset ja siitä saadulla energialla voidaan parhaimmassa tapauksessa kattaa koko päivän energian kulutus helposti, koska lämmitykseen ei kulu energiaa.

Aurinkovoima on toinen yleistyvistä energian tuotantomuodoista kotitalouksissa. Aurinkopaneelien koko ajan halventuva hinta ja niiden suhteellisen vähän maisemallista haittaava olomuoto toimivat kannustimena aurinkopaneelien hankintaan. Kesäisin niistä voidaan saadakin suuri hyöty, jos ne on sijoitettu optimaalisesti tai parhaimmassa tapauksessa motorisoitu niin, että ne seuraavat aurinkoa koko kierron ajan. Talvisin aurinkovoimasta ei kuitenkaan voida olettaa olevan nimeksikään hyötyä kaamoksen ja lumimäärien takia. Kaamos lyhentää valoisaa ajan todella lyhyeksi, jolloin aurinkopaneeleista ei saada paljoakaan tehoa irti koko päivän aikana ja lumi voi estää paneelien toiminnan kokonaan olemalla niiden päällä. Lumen takia paneeleita saisi olla koko ajan putsaamassa, jotta saisi pienenkään määrän valon energiasta käyttöön.

Vesivoima on harvojen etuoikeus vaikka Suomi onkin järvien ja vesistöjen maa. Vesivoima vaatii omalle tontille sijoittuvan hyvin virtaavan puron, jotta sitä

voidaan hyödyntää. Puron pituuden täytyy myös olla hyvin pitkä, jotta veden putoamiskorkeutta saataisiin isommaksi ja näin generaattorin tehoa suuremmaksi. Vesivoiman rakentaminen vaatii todennäköisesti myös suuremman lupaselvittelyn ja byrokratian, koska se ei saa häiritä naapurustoa ja normaalia luonnon elämää. Jos tontilla on hyvin vuolaasti virtaava isompi puro, voidaan vesivoiman käytöstä varavoimana puhua, koska tarpeeksi vuolas virta ei jäädy kovillakaan pakkasilla, jolloin energiaa on käytettävissä myös talvisin. Keväällä lumien sulaessa vesivoimasta saadaan suurin hyöty irti, koska purot ovat silloin vuolaimmillaan.

## 4 VARAVOIMA ESIMERKKIKOhteESSA

### 4.1 Kohteen esittely

Esimerkkikohteena työssä käytetään Älvsbytalons Kalevatar mallin 1,5 kerroksista omakotitaloa, joka on huoneistoalaltaan 121,5 m<sup>2</sup>. Kohteessa on myös autotalli, jonka yhteyteen varavoimalaitteen tilat voidaan rakentaa. Esimerkkitalon pohjapiirustus sähkökuvineen löytyvät liitteestä 1. Kohteesta on saatu myös sähkönkulutustietoja kirjattua, jotta varavoiman mitoittamista voidaan kohdentaa aitoihin lukuihin perustuen. Kulutustiedot löytyvät liitteestä 2. Sähkön kulutustiedoista voidaan hyvin todeta, että sähkön kulutus on huipussaan talvella, yleensä tammi-helmi-maaliskuussa, jolloin ovatkin yleensä kovimmat pakkaset. Varavoimalaitteisto täytyykin siten mitoittaa talven kovia kulutuksia silmällä pitäen, koska silloin eniten sähkökatkoja tapahtuu juuri silloin. Kohteeseen mitoitetetaan diesel-käyttöinen varavoimageneraattori ja akusto, joka suoja lyhyiltä sähkökatkoilta ja pitää automaation päällä generaattorin tuottaman tehon taloon yhdistämistä varten.

### 4.2 Suunnittelussa huomioitavia asioita

Varavoimaa mitoittaessa täytyy ottaa huomioon rakennusmääräyksistä esimerkiksi paloturvallisuus ja äänieristykset, joista paloturvallisuus koskee myös varavoimakoneen polttoaineen säilytystä. E9 Suomen rakentamismääräyskokoelma kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuudesta määrittää esimerkiksi polttoaineen varastoinnin maksimimäärän lähellä lämmityskattilaa. Kun varavoimakoneille ei ole vielä tehty kyseisen tasoista asetusta, voidaan olettaa, että kyseinen ympäristöministeriön asetus E9:ää voidaan käyttää hyväksi varavoimakoneen läheisyyteen liitettävän polttoainemäärän maksimimäärän määrittämiseksi. Asetuksen mukaan, soveltaen asetusta varavoimakoneeseen, generaattorin läheisyyteen voidaan sijoittaa 3 m<sup>3</sup> teräs- tai muovisäiliössä teräksisessä suoja-altaassa, jonka yläreuna ulottuu säiliön ylimmän sallitun polttoainepinnan

korkeudelle. Kauppa- ja teollisuusministeriö on päättänyt myös, että polttoainesäiliön etäisyys pitää laitteesta olla yleensä vähintään yksi metri, mutta etäisyyttä voidaan kuitenkin pienentää, jos polttoaineen pintalämpötilaehdot täyttyvät.

Ympäristöministeriön asetus tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuudesta, E2 Suomen rakennusmääräyskokoelmasta, määrää generaattoritilan paloturvallisuuden ja suojauksen tason. Koska varavoima ei aiheuta oikein rakennettuna muuta kuin vähäistä tai kohtuullista paloriskiä, voidaan varavoima rakentaa paloturvallisuusluokan 1 mukaisesti, suojaustasolla 1 ja P3-luokan rakennukseen. Varavoimalaitteisto on hyvä rakentaa erilliseen rakennukseen autotallin yhteyteen, koska tällä saadaan paloriskiä muita arvokkaampia rakennuksia kohtaan pienennettyä huomattavasti, sekä varavoima saadaan paloturvallisesti osastoitua asuinrakennuksesta erilliseen rakennukseen.

Ympäristöministeriön asetus ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, C1 Suomen rakennusmääräyskokoelmasta, määrää maksimiäänenvoimakkuuden mitä varavoimakoneesta saa ulospäin kuulua. Varavoimakoneen tuottaman äänen kovuus saa olla asuinrakennuksen ikkunan ulkopuolella, parvekkeella, pihamaalla tai muussa vastaavassa paikassa asuinalueella enintään 45 dB, jotta voidaan taata ihmisille levon rauha yöaikaankin.

#### 4.3 Mitoitus

Varavoimakoneen tehoa mitoittaessa voidaan olettaa, että suurin osa kiinteistön kuormasta on resistiivistä, joten kone voidaan mitoittaa resistiivisen tehon  $P$  avulla. Suurimmat sähkönkulutuspisteet ovat lämmityspisteet, kuten sähköpatterit, lattialämmitys ja lämminvesivaraaja, jotka kaikki ovat melkein puhtaasti resistiivistä kuormaa. Lisänsä kuormaan tuovat uuni, valaistus ja muut elektroniikkalaitteet, kuten tietokoneet ja televisiot, jotka tuovat mukaan reaktiivista kuormaa hieman. Pienielektroniikan tuoma reaktiivinen kuorma on kuitenkin niin pientä, ettei sitä tarvitse huomioida tässä tapauksessa. Jos kohteessa olisi suurempia loistehoa vaativia kuormia, kuten suuria

oikosulkumoottoreita tai muita vastaavia suuria virtoja vaativia kojeistoja, pitäisi varavoimakone mitoittaa kokonaistehon  $S$  perusteella, jossa myös reaktiivinen teho on otettu huomioon.

#### 4.3.1 Varavoimageneraattorin mitoitus

Liitteessä 2 olevista sähkönkulutuksen seurantataulukoista nähdään, että maksimikulutus on ollut 122 kWh vuorokaudessa, mutta yli 90 kWh:n vuorokausikulutusta on kuitenkin häviävän pieni aika vuodesta, jos ollenkaan, voidaan varavoimageneraattori mitoittaa 90 kWh:n mukaan. Mitoitustehoa voidaan pienentää maksimitehosta, koska maksimiteholla mitoittaminen ei ole teknis-taloudellista, generaattoreita voidaan ylikuormittaa tietyissä määrin ja järkevällä kodin automaatiolla voidaan generaattorista saatu teho keskittää määrättyihin sijainteihin kiinteistössä tiettyinä ajanhetkinä ja tarpeen mukaisesti oikeisiin kohteisiin. Generaattorilta vaadittava teho lasketaan kaavan 1 mukaisesti.

$$P = \frac{\text{energian kulutus (kWh)}}{\text{käyttöaika (h)}} = \frac{90 \text{ kWh}}{24 \text{ h}} = 3,75 \text{ kW} \quad (1)$$

Valitaan käyttöön Geneset:n tarjoama pieni dieselkäyttöinen generaattori, jonka teho on 5,4 kVA, eli resistiivisessä kuormassa 5,4 kW. Koneen tuotetunnus on DL 6. Tällä koneella voidaan jo kattaa maksimikuormakin, mutta pienemmillä koneilla on rajoituksia käyntiajoissa, jolloin ei voida taata katkeamatonta energiantuotantoa. Valittua koneetta voidaan kuormittaa koko ajan. Kyseisen laitteen polttoaineen kulutus 100 % käytöllä on 1,4 litraa tunnissa.

#### 4.3.2 Generaattorin vaihtoehtoinen mitoitus

Mitoitusteho voidaan arvioida myös tunnettujen tehoarvojen perusteella, jos kyseessä on esimerkiksi uudisrakennus, jonka yhteyteen rakennettaisiin varavoima. Tällöin varavoima tulisi mitoittaa kohtuullistaen pahimman tilanteen arvot. ST kortti 13.31 rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen tarjoaa mahdollisuuden määrittää talon maksimikuorman kaavan 2 kaltaisella

tavalla. Kaava on valittu sen perusteella, että esimerkkikohde on suorasähkölämmitteinen, kiukaalla varustettu ja käyttöveden lämmitys tapahtuu lämminvesivaraajaan aina tarvittaessa.

$$P_{\max} = 7,5 + \frac{64 \cdot A_{\text{läm}}}{1000} = 7,5 + \frac{64 \cdot 121,5 \text{ m}^2}{1000} = 15,276 \text{ kW} \quad (2)$$

Esimerkkikohteen maksimitehon tarve on siis noin 15,3 kW, mutta varavoiman syötön automatisoinnilla, ohjelmallisella ohjauksella ja järkevällä käytöllä energiantarve voidaan pudottaa 10 kW tasolle, koska ohjauksen avulla voidaan lämmitys jaksottaa siten, etteivät kaikki lämmityslaitteet ole samanaikaisesti päällä. Tällöin generaattorilaitteistoksi voidaan valita Geneset:n 12,6 kVA:n kone DL 15, jolloin ohjauksella ei tarvitse rajoittaa tehon jakoa eri pisteille niin paljon. 12,5 kVA:n kokoisella varavoimalla pystytään jo lähes normaaliin elämään sähkökatkojenkin aikana, mutta suositeltavaa on järkevä ja hieman pienennetty sähkönkulutus tänä aikana. Liitteessä 3 on Helsingin Energian laatima Sähkölaitteiden kulutuslukuja –lista, josta näkee helposti, kuinka paljon tietyt joka taloudessa yleisessä käytössä olevat laitteet kuluttavat ja siitä jokainen voi myös arvioida kulutustaan.

Vaihtoehtoista mitoitusta voidaan käyttää uusissa rakenteilla olevissa rakennuksissa. Verrattaessa todellisten mittaustulosten ja teoreettisen laskennan tuomaa generaattorin kokoeroa voidaan päätellä, ettei mitoitusta pystytä tekemään suoraan teoreettisia arvoja käyttäen. Koska laite olisi suuresti ylimitoitettu käyttöönsä varten, myös kustannukset ovat suuremmat kuin oikein mitoitettulla laitteella.

#### 4.3.3 Varavoima-akuston mitoitus

Varavoima-akusto mitoitetaan tuottamaan tarvittava teho kotitalouden herkille laitteille, kuten televisiot, tietokoneet ja muut herkäät elektroniikkalaitteet vähintään 30 minuutin ajaksi, jona aikana varavoimakone saadaan käyntiin noin 20 minuutin jälkeen sähkökatkon alkamisesta. Siirtymäaikana varavoimakone voidaan käynnistää tarvittaessa manuaalisesti, mutta 20 minuutin katkon



jälkeen kone käynnistyisi automaattisesta. Akusto takaa myös voimakonetta ohjaavan automaation toiminnan sähkökatkon aikana.

Mitoituksessa käytettiin hyväksi varavoima-akkujen valmistaja Eatonin valintaohjelmaa, jolla pystytään määrittämään tilanteeseen sopiva akusto tarvittavan tehon ja toiminta-ajan perusteella. Pätötehoksi määriteltiin 2000 W, jolla pystytään kattamaan kaikki kodin herkät elektroniikkalaitteet helposti. Kolmantena kriteerinä valinnassa oli akuston linjainteraktiivisuus, jotta laitteet on samalla suojattu jänniteenvaihteluilta ja esimerkiksi salaman iskun aiheuttamilta jännitepiikeiltä paremmin.

Varavoima-akustoksi valittiin valmistajan ehdotusten perusteella PW5130i3000-XL3U, jossa lisäksi 1 EBM lisäakku. Tällä laitekonfiguraatiolla saadaan turvattua 2000 W teho 30 minuutiksi. Laitteiston tekniset tiedot ovat liitteessä 4. Laitteistoa voidaan tarpeen mukaan myös laajentaa yhteensä maksimissaan neljällä EBM-lisäakustolla, jolloin kuormaa ja toiminta-aikaa voidaan kasvattaa maksimissaan 2700 W pätötehoon asti, jolloin toiminta-aika olisi 62 minuuttia.

Akuston käyttö tuo aina normaalikäytössä lisäkuormaa kohteen sähkönkulutukseen, mutta nykyisten laitteiden hyötysuhde on hyvin suuri. Käyttöön valitun laitteen kulutus täyteen ladattuna on 172 W, jolloin sen päivittäinen kulutus on noin 4 kWh. Liitteessä 3 esitetyn Helsinki Energian kulutustaulukkojen mukaan 1 kWh maksaa noin 0,13 €, jolloin laitteen kustannukset sähkönkulutuksesta päivittäin ovat noin 0,50 €. Vuosittain laitteen sähkönkulutus tulisi maksamaan siten noin 190 €. Tällä hinnalla kuitenkin voidaan suojata kalliit ja herkät elektroniikkalaitteet, minkä takia laitteita ei tarvitse niin usein uusia.

## 5 PÄÄTELMÄT

Suomen erittäin paljon vaihtelevat sääolot eri vuodenaikoina pitäisi ottaa paremmin huomioon varsinkin uudisrakennuksissa, jotka rakennetaan taajama-alueen ulkopuolelle tai muuten kaupungista selvästi erilleen. Nämä kohteet ovat suurimmassa vaarassa kärsiä pitkistäkin sähkökatkoista, joten olisi luonnollista heti rakentamisen yhteydessä suunnitella jonkinasteinen varavoimajärjestelmä joka talouteen. Järjestelmä voisi olla yksinkertainen manuaalisesti käynnistettävä varavoimakone tai parhaimmillaan kaikkia eri varavoiman tuottomahdollisuuksia hyväksikäyttävä järjestelmä, jossa mukana omaa energiantuotantoa esimerkiksi tuulivoiman muodossa. Kun otetaan ekologinen sähköntuotanto mukaan kuvaan, saadaan varavoimasta koituvia kustannuksia pienennyttyä huomattavastikin, jos kiinteistö ja sen sähköjärjestelmät ovat myös ekologiselta kannalta hyvin suunniteltuja. Uudisrakennuksiin on myös helpompi saada yhdistettyä minkä tasoinen varavoimajärjestelmä tahansa, koska ne saadaan integroitua kiinteistöön jo suunnittelu- ja rakennusvaiheissa.

Vanhoihin kiinteistöihin olisi samoilla perusteilla myös hyvä alkaa markkinoida aktiivisemmin varavoimajärjestelmiä. Vanhoissa rakennuksissa kyseeseen tulee lähinnä vain varavoimakone, koska osa näistä on nykyisin jo kesämökkejä ja eroavat sähkörakenteeltaan uudemmissa rakennuksista huomattavasti. Jos näihin halutaan suurempaa järjestelmää, tarvittaisiin todennäköisesti myös koko kiinteistön sähköasennusten uusiminen.

Uudet nykyaikaiset elektroniikkalaitteet ovat myös entistä herkempiä sähköverkon häiriöille ja sähkökatkoille, sekä esimerkiksi tietokoneista on tullut entistä suurempi osa ihmisten elämää. Sähkökatkot sekä jännitteen vaihtelut pois- ja uudelleenkytkentätilanteissa voivat aiheuttaa laitteiden hajoamisen, jolloin esimerkiksi tärkeää työ- tai vapaa-ajan tietoa voi kadota. Useissa tapauksissa tiedot saadaan palautettua, mutta rikkoontuneet laitteet aiheuttavat lisäkustannuksia ihmisille. Varavoimalla ja varsinkin akustoilla voidaan ehkäistä tällaisia tilanteita erinomaisesti, jolloin niistä koituvat jatkuvat kustannukset pienenevät huomattavasti.

Kiinteistöjen varavoimajärjestelmien ja varsinkin ekologisten energian tuottomuotojen mukana seuraa tarve kehittää energia-alan hinnoittelua ja mahdollistaa yksityisten ihmisten pientuotanto, josta saataisiin lisätehoa verkkoon. Lisätehon tuotanto ei tulisi olemaan suurta, mutta se olisi askel kohti ekologisempaa Suomea, joka tarvitsisi vähemmän fossiilisia polttoaineita sähköntuotantoon. Mahdollisuus omaan pientuotantoon kasvattaa myös ihmisten halukkuutta sijoittaa varavoimajärjestelmiin ja esimerkiksi tuulivoimaloihin, koska silloin ne konkreettisesti maksavat itseään takaisin.

## LÄHTEET

YLE Uutiset. 2011. Lauhtuva sää aiheutti uusia sähkökatkoksia. Luettu 01.02.2011.

[http://yle.fi/uutiset/teksti/teemat/sahkokatkot/2011/01/lauhtuva\\_saa\\_aiheutti\\_uusia\\_sahkokatkoksia\\_2318913.html](http://yle.fi/uutiset/teksti/teemat/sahkokatkot/2011/01/lauhtuva_saa_aiheutti_uusia_sahkokatkoksia_2318913.html)

Wikipedia. 2011. Asta (myrsky). Luettu 05.02.2011.

[http://fi.wikipedia.org/wiki/Asta\\_\(myrsky\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/Asta_(myrsky))

Maatilan Pirkka. 2006. Kiinnostus varavoimaan kasvanut selvästi. Luettu 05.02.2011.

<http://www.maatilan.pirkka.fi/default.aspx?path=4;155;191&id=2250>

Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. Kotivara. Luettu 06.02.2011.

[http://www.spek.fi/Suomeksi/Varautuminen\\_ja\\_vss/Kotivara.iw3](http://www.spek.fi/Suomeksi/Varautuminen_ja_vss/Kotivara.iw3)

Geneset. 2011. Generaattorivalikoimamme. Luettu 01.03.2011.

<http://www.geneset.fi/index.php?view=generaattorit>

Eaton. 2011. Kaikki tuotteet ja palvelut. Luettu 01.03.2011.

<http://powerquality.eaton.com/Suomi/Products-Services/default.asp>

Generaattoritalo. Luettu 01.03.2011.

<http://www.generaattoritalo.fi/index.html>

Helsingin Energia. 2011. Sähkölaitteiden kulutuslukuja. Luettu 08.04.2011.

<http://www.helen.fi/pdf/kulutusluvut.pdf>

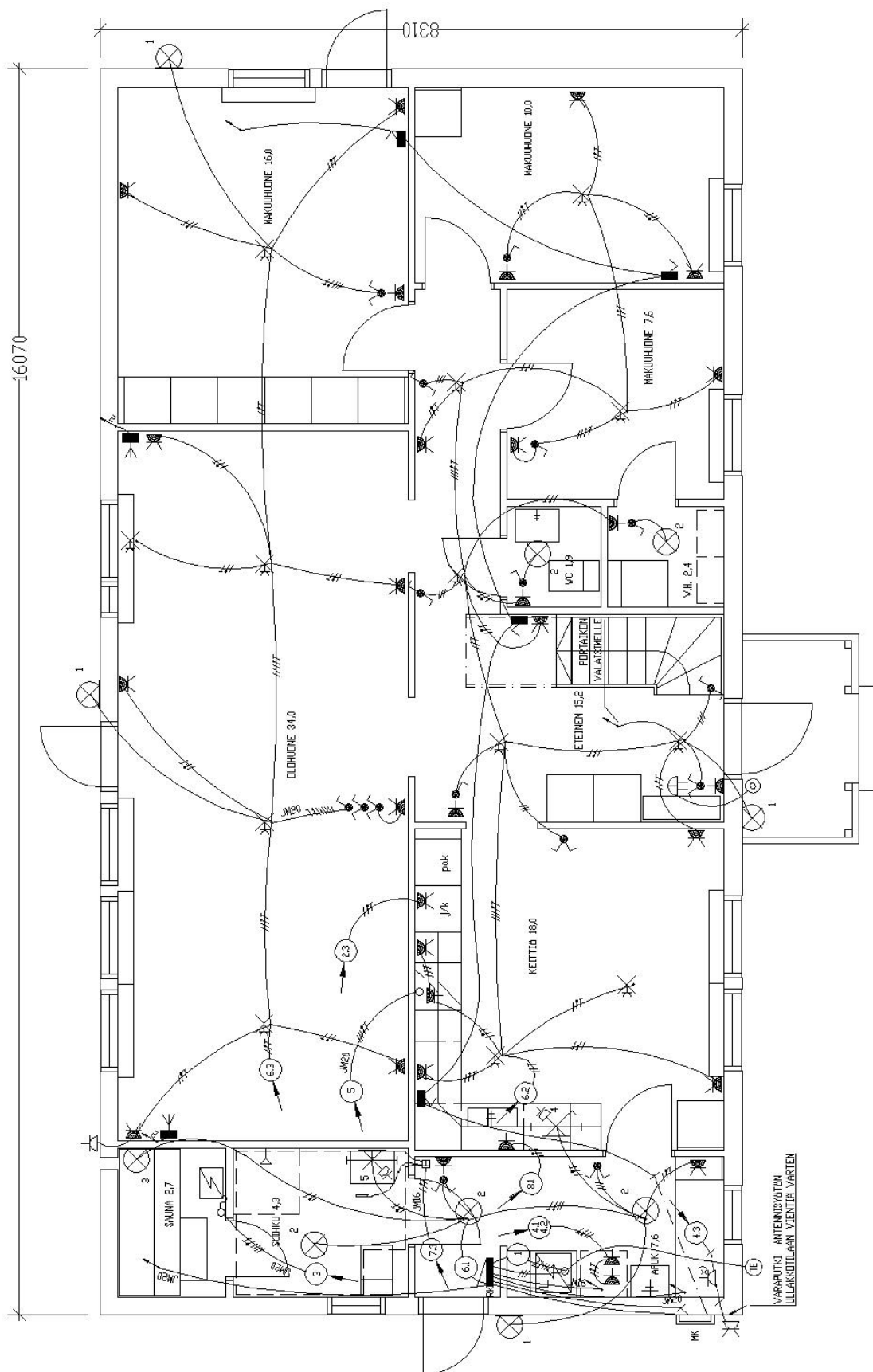
E9 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriön asetus kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuudesta, 22.3.2005

C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, Määräykset ja ohjeet 1998, 4.6.1998

E9 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriön asetus tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuudesta, 22.3.2005

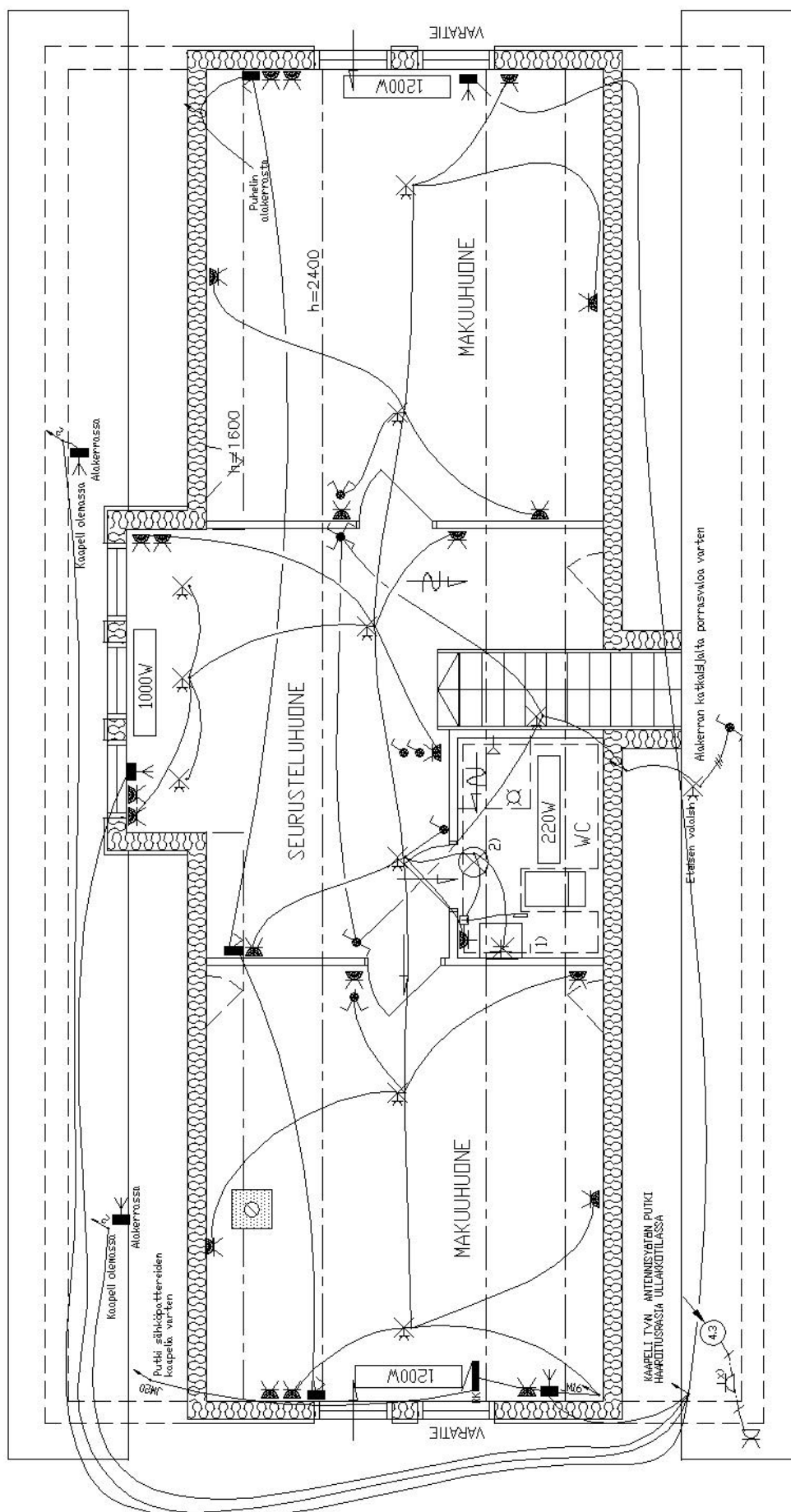
## LIITTEET

## LIITE 1: 1 (2)



SÄHKÖKARTTIAN SAINATEC 1712-60-1718 P = 6.0 Lw

Jatkuu



Päivämäärä	Mittarilukema		kulutus yhteensä [kWh]	kulutus edellisestä lukemasta [kWh]	kulutus [kWh] / vrk	kulutus [kWh] / asuinneliö	asukas- luku
	Talvipäivä energia [kWh]	Muu aika energia [kWh]					
siirto edelliseltä vuodelta			koko vuoden kulutus				
4.1.2010	22483	42185	64668	19457	56	10	
kuluva vuosi	2010						
2.2.2010	24331	43873	68204	3536	122	19	
1.3.2010	25861	45293	71154	2950	109	16	
1.4.2010	26923	46381	73304	2150	69	12	
7.5.2010	26923	47787	74710	1406	39	8	
1.6.2010	26923	48285	75208	498	20	3	
2.7.2010	26923	48857	75780	572	18	3	
2.8.2010	26923	49298	76221	441	14	2	
6.9.2010	26923	49831	76754	533	15	3	
1.10.2010	26923	50290	77213	459	18	3	
1.11.2010	26923	51426	78349	1136	37	6	
2.12.2010	28234	52601	80835	2486	80	14	
11.1.2011	30553	55155	85708	4873	122	27	
				Koko vuoden kulutus [kWh]	keskiarvo	keskiarvo	
kuluneelta vuodelta	8070	12970	21040	21040	55	10	

Päivämäärä	Mittarilukema		kulutus yhteensä [kWh]	kulutus edellisestä lukemasta [kWh]	kulutus [kWh] / vrk	kulutus [kWh] / asuinneliö	asukas- luku
	Talvipäivä energia [kWh]	Muu aika energia [kWh]					
siirto edelliseltä vuodelta			koko vuoden kulutus				
8.1.2009	15517	29694	45211	18550	77	10	
kuluva vuosi	2009						
5.2.2009	16965	30964	47929	2718	97	15	
6.3.2009	18612	32285	50897	2968	102	16	
3.4.2009	19732	33433	53165	2268	81	12	
1.6.2009	19732	35590	55322	2157	37	12	
2.7.2009	19732	36190	55922	600	19	3	
2.8.2009	19732	36766	56498	576	19	3	
2.9.2009	19732	37299	57031	533	17	3	
3.10.2009	19732	37928	57660	629	20	3	
3.11.2009	19770	39549	59319	1659	54	9	
6.12.2009	21042	40458	61500	2181	66	12	
4.1.2010	22483	42185	64668	3168	109	17	
				Koko vuoden kulutus [kWh]	keskiarvo	keskiarvo	
kuluneelta vuodelta	6966	12491	19457	19457	56	10	

Päivämäärä	Mittarilukema		kulutus yhteensä [kWh]	kulutus edellisestä lukemasta [kWh]	kulutus [kWh] / vrk	kulutus [kWh] / asuineliö	asukas-luku
	Talvipäivä energia [kWh]	Muu aika energia [kWh]					
siirto edelliseltä vuodelta			koko vuoden kulutus				
3.1.2008	9060	17601	26661	1913	77	10	
kuluva vuosi							
6.2.2008	10613	18847	29460	2799	82	15	
7.3.2008	11912	19872	31784	2324	77	13	
21.4.2008	12708	22008	34716	2932	65	16	
4.5.2008	12708	22444	35152	436	34	2	
1.6.2008	12708	23087	35795	643	23	4	
1.9.2008	12708	24753	37461	1666	18	9	
8.1.2009	15517	29694	45211	7750	60	42	
				Koko vuoden kulutus [kWh]	keskiarvo	keskiarvo	
kuluneelta vuodelta	6457	12093	18550	18550	51	14	

Päivämäärä	Mittarilukema		kulutus yhteensä [kWh]	kulutus edellisestä lukemasta [kWh]	kulutus [kWh] / vrk	kulutus [kWh] / asuinneiö	asukas-luku
	Talvipäivä energia [kWh]	Muu aika energia [kWh]					
siirto edelliseltä vuodelta			koko vuoden kulutus				
2.1.2007	2041	5193	7234	2034			
kuluva vuosi							
1.3.2007	5420	8002	13422	6188	107	34	
7.4.2007	6515	9326	15841	2419	65	13	
1.5.2007	6515	10554	17069	1228	51	7	
1.6.2007	6515	11473	17988	919	30	5	
3.10.2007	6515	13896	20411	2423	20	13	
1.11.2007	6515	15209	21724	1313	45	7	
9.12.2007	8164	16584	24748	3024	80	17	
3.1.2008	9060	17601	26661	1913	77	10	
				Koko vuoden kulutus [kWh]	keskiarvo	keskiarvo	
kuluneelta vuodelta	7019	12408	19427	19427	59	13	



1 kWh=12,84 c		Käyttökerrat	kWh / vuosi	n. € / vuosi
<b>Astianpesukone</b>	kWh / kerta			
	0,5 - 1,6	5 / vko	130 - 416	17 - 53
<b>Kylmälaitteet</b>	kWh / vrk			
- jääkaappi	0,3 - 0,9		110 - 329	14 - 42
- jääkaappi-pakastin	0,6 - 1,9		219 - 694	28 - 89
- pakastin	0,5 - 1,4		183 - 511	23 - 66
<b>Sähköliesi</b>	kWh / vrk			
- 2 henkilöä/talous	0,5	7 / vko	182	23
- 4 henkilöä/talous	1,0	7 / vko	365	47
- uunin kuumentaminen 200 asteeseen	0,5	3 / vko	78	10
- uunin pitäminen 200 asteessa/tunti	0,7	3 / vko	109	14
<b>Liesituuletin</b>	kWh / tunti			
	0,2	1 h / vrk	73	9
<b>Pyykinpesu ja -kuivaus</b>	kWh / kerta			
- pyykinpesukone	0,6 - 1,7	5 / vko	156 - 442	20 - 57
- kuivausrumpu	1,9 - 5,5	5 / vko	494 - 1430	63 - 184
- kuivauskaappi	4	5 / vko	1040	134
<b>Silitysrauta (höyry)</b>	kWh / tunti			
	1	1 h / vko	52	7
<b>Pyyhekuivain</b>	kWh / vrk			
	2,4		876	112
<b>Saunominen (1,5 h)</b>	kWh / kerta			
	8	2 / vko	832	107
<b>Pölynimuri</b>	kWh / tunti			
	1,5	1 h / vko	78	10
<b>Akvaario</b>	kWh / vrk			
	1		365	47
<b>Ilmankostutin</b>	kWh / tunti			
	0,06 - 0,32	5 h / vrk	110 - 584	14 - 75
<b>Ilmanpuhdistin</b>	kWh / tunti			
	0,08	5 h / vrk	146	19

Lähde: Helsingin Energia

1 kWh=12,84 c		Käyttökerrat	kWh / vuosi	n. € / vuosi
<b>Televisio ja oheislaitteet</b>		kWh / tunti		
- kuvaputki	0,10	5 h / vrk	183	23
- 32" - 37" LCD	0,05 - 0,17	5 h / vrk	91 - 310	12 - 40
- 40" - 42" LCD	0,07 - 0,20	5 h / vrk	128 - 365	16 - 47
- 42" - 50" Plasma	0,17 - 0,48	5 h / vrk	310 - 876	40 - 112
- digiboksi			49	6
- tallentava digiboksi			100	13
- DVD-soitin			19	2
<b>Tietokone ja oheislaitteet</b>		kWh / tunti		
- tietokone	0,14 - 0,50	8 h / vrk	409 - 1460	53 - 187
- kannettava tietokone	0,04	8 h / vrk	117	15
- laajakaistamodeemi			51	7
- monitoimilaite			32	4
- tulostin			19	2
<b>Lattialämmitys</b>				
- 3 m <sup>2</sup>			540 - 1980	69 - 254
- 6 m <sup>2</sup>			1080 - 3960	139 - 508
- 10 m <sup>2</sup>			1800 - 6600	231 - 847
<b>Lisälämmitin</b>				
- 500 W			1100	141
- 2000 W			4400	565
<b>Huoneistokohtainen ilmanvaihto</b>				
- 2 huonetta ja keittiö			1080	139
- 4 huonetta ja keittiö			1800	231
<b>Ilmastointi (jäähdytys)</b>		kWh / vrk		
	3,5 - 7	90 vrk / vuosi	315 - 630	40 - 81
<b>Auto</b>				
- lohkolämmitin			200	26
- sisätilanlämmitin			400	51
		kWh / 10 min		
Kahvinkeitin	0,1			
Vedenkeitin	0,2			
Mikroaaltouuni	0,2			
Leivänpaahdin	0,1			

**Lepovirtatehoja**

Mikroaaltouuni	2 - 6 W	TV	0,05 - 13 W
Induktiokeittotaso	8 - 18 W	Digiboksi	1 - 13 W
Liesi, jossa kello	2 - 6 W	Tietokone	8 - 20 W
Kelloradio	1 - 3 W	CD-soitin	0 - 18 W

**Sähkönkulutuksen laskeminen****1 kW = 1000 W**

laitteen teho (kW) x käyttöaika (h) = laitteen kulutus (kWh)

Kun kerrotaan kulutus (kWh) sähkön hinnalla, saadaan selville, mitä käyttö maksaa.

Esim. pienloistelampun (teho 15 W) sähkönkulutus kahdeksan tunnin aikana on  
 0,015 kW x 8 h = 0,12 kWh, joka maksaa 0,12 kWh x 12,84 c = 1,54 c.

Lähde: Helsingin Energia

**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

<b>General</b>	
LEDs	13 status-indicating LEDs
Topology	Line interactive
Diagnostics	Full system self-test at power up
Transfer time	1–4 ms typical
ROO/RPO	Rear deck emergency stop connector (for remote on/off and power off)
Rail kit/tower stand	Included with all units
<b>Electrical Input</b>	
Nominal voltage	230 Vac
Voltage range*	160–294 V
Frequency	50/60 Hz
Frequency range	47–70 Hz for 50 Hz operation 56.5–70 Hz for 60 Hz operation
Dedicated circuit breaker rating	700–2000 VA: 10A 3000 VA: 16A
<b>Electrical Output</b>	
Power factor	0.9
On utility voltage regulation	184–265 Vac
On battery voltage regulation	-10%, +6% of nominal
Efficiency	Normal or line mode: >94%
Over current protection	Electronic current limit
Load crest factor	3:1
Load segments	Two groups of two individually controlled output receptacles

Battery		
Battery replacement	Hot-swappable internal batteries	
Start-on-battery	Allows start of UPS without utility input	
Communications		
Serial port	RS-232 (RJ45) port	
USB port	As standard (HID), for communicating with Windows XP/Vista	
Optional communication cards	ConnectUPS-MS Network Management Card, Relay/Serial Management Card -MS	
Cables	RS 232 and USB communications cables included	
Power management software	Eaton Software Suite CD-ROM (bundled with UPS)	
Environmental		
Safety markings	CE, C-Tick; TUVus	
Safety conformance	IEC/EN 62040-1-1, UL 1778	
EMC compliance	IEC/EN 62040-2 EN 50091-2 class B	
Operating temperature	0°C to +40°C	
Storage temperature	-15°C to +50°C	
Relative humidity	20–95% non-condensing	
Audible noise	Max 45 dBA	
Heat dissipation table (battery fully charged)		
5130 model	Line mode, BTUs/hr	Battery mode, BTUs/hr
1250 VA	250	1.682
1750 VA	348	2.340
2500 VA	490	2.559
3000 VA	588	3.071

Description	Part number	Rating (VA/Watts)	Input connection	Output receptacles	Dimensions H x W x D, mm	Weight, kg
PW5130i1250-XL2U	103006590-6591	1250/1150	IEC C14-10A	(8) IEC-C13-10A	86 x 441 x 509	24,3
PW5130i1750-XL2U	103006591-6591	1750/1600	IEC C14-10A	(8) IEC-C13-10A	86 x 441 x 509	26,6
PW5130i2500-XL2U	103006592-6591	2500/2250	IEC C20-16A	(1) IEC-C19-16A (8) IEC-C13-10A	86 x 441 x 634	33,8
PW5130i3000-XL2U	103006593-6591	3000/2700	IEC C20-16A	(1) IEC-C19-16A (8) IEC-C13-10A	86 x 441 x 634	33,8
PW5130i3000-XL3U	103006594-6591	3000/2700	IEC C20-16A	(1) IEC-C19-16A (8) IEC-C13-10A	131 x 441 x 484	34,3
<b>Extended Battery Modules</b>						
PW5130N1750-EBM2U	103006587-6591	NA	NA	NA	86 x 441 x 509	30,4
PW5130N3000-EBM2U	103006589-6591	NA	NA	NA	86 x 441 x 634	41,7
PW5130N3000-EBM3U	103006588-6591	NA	NA	NA	131 x 441 x 484	41,7

<b>BATTERY RUNTIMES*</b>	<b>Internal batteries</b>		<b>+1 EBM</b>		<b>+2 EBMs</b>		<b>+3 EBMs</b>		<b>+4 EBMs</b>	
	75% Load	50% Load	75% Load	50% Load	75% Load	50% Load	75% Load	50% Load	75% Load	50% Load
PW5130i1250-XL2U	13	20	52	105	90	175	125	225	175	300
PW5130i1750-XL2U	9	14	33	60	55	100	80	145	105	180
PW5130i2500-XL2U	10	17	50	85	80	130	130	210	180	290
PW5130i3000-XL2U/3U	9	15	38	60	70	100	90	150	120	210

\* Runtimes are shown at a 0.7 power factor. Backup times are approximate and may vary with equipment, configuration, battery age, temperature, etc.

Lähde: Eaton